

Kinerja Pencahayaan Alami Pada Bangunan *Eco House*

***)Petrus Jhon Alfred Depa Dede¹**

¹ Program Studi Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Flores Ende

*) Curespondent e-mail: ff3redo@gmail.com

ABSTRAK

Bangunan membutuhkan distribusi pencahayaan alami yang memadai untuk kenyamanan visual dan produktivitas sehari-hari. Terkait dengan kondisi langit dan lingkungan di daerah tropis lembab maka dibutuhkan distribusi pencahayaan alami dengan menggunakan nilai illuminance dan daylight factor (DF) untuk melihat performa ruang dalam bangunan. Namun sering timbul permasalahan pada bangunan seperti pengaruh dimensi, bahan, orientasi bukaan, overhang, dan obstruction. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi lingkungan dan kinerja pencahayaan alami dalam bangunan *Eco House*. Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metoda studi lapangan, yaitu melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur dan hasilnya disesuaikan dengan standar kenyamanan visual untuk ruang kerja. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa nilai iluminan berada dibawah standar pencahayaan alami (SNI 03-2396-2001) dan nilai daylight factor pada tiap ruang tidak seragam. Nilai daylight factor yang didapatkan pada tiap ruang berbeda-beda karena pengaruh dari reflektan interior seperti penggunaan bahan, material dan warna yang diterapkan.

Kata kunci: Kinerja pencahayaan alami, Bangunan *eco house*, Nilai illuminance, Daylight factor

PENDAHULUAN

Dalam arsitektur, cahaya memiliki pengaruh yang sangat vital. Pencahayaan memainkan peranan yang sangat penting dalam arsitektur, baik dalam menunjang fungsi ruang dan berlangsungnya berbagai kegiatan di dalam ruang, membentuk citra visual estetis, maupun menciptakan kenyamanan dan keamanan bagi para pengguna ruang (Parmonangan, 2009). Sebuah ruangan yang memiliki pencahayaan alami yang baik akan dapat menghemat kebutuhan energi karena semakin berkurangnya pencahayaan buatan yang diperlukan. Pemanfaatan pencahayaan alami menjadi bagian yang penting untuk diperhitungkan dalam perancangan karena kualitas sebuah ruang bergantung pada baiknya pencahayaan di ruang tersebut. Pencahayaan yang terlalu terang akan menyebabkan silau dan tidak baik bagi mata, sedangkan jika sebuah ruangan memiliki sedikit cahaya maka akan terkesan gelap.

Ruang-ruang dalam bangunan memerlukan distribusi penerangan alam yang optimum untuk memenuhi kebutuhan kerja visual (*visual task*) yang memadai. Aktivitas dalam bangunan membutuhkan kuantitas cahaya dalam intensitas tertentu yang harus dipenuhi agar kegiatan dapat berjalan dengan baik dan nyaman (Soegijanto, 1999).

Penelitian ini dilakukan pada salah satu bangunan hunian yaitu *Eco-House*. Bangunan *Eco-House*, merupakan salah satu bangunan yang menjadi contoh dari aplikasi bangunan tropis lembab yang hemat energi dan ramah lingkungan. Ciri-ciri bangunan *Eco-House*, antara lain adalah atap yang besar dan curam, memiliki sosoran dan *overhang* yang panjang dan disetiap sisi memiliki bukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi kondisi lingkungan dan kinerja pencahayaan alami dalam bangunan *Eco-House*. Pencahayaan alami diteliti dengan mengamati keterkaitan cahaya/terang langit (*daylight*) dengan komponen langit, komponen reflektan dari dalam ruangan, komponen reflektan dari luar ruangan pada bangunan *Eco House*.

TINJAUAN PUSTAKA

Pencahayaan alami adalah pemanfaatan cahaya yang berasal dari benda penerang alam seperti matahari, bulan dan bintang sebagai penerang ruang. Karena berasal dari alam, cahaya alami bersifat tidak menentu, tergantung pada iklim, musim, dan cuaca. Diantara seluruh sumber cahaya alami, matahari memiliki kuat sinar yang paling besar sehingga keberadaanya sangat bermanfaat dalam penerangan dalam ruang. Menurut Steffy (2002), cahaya yang dihasilkan oleh matahari dan menimpa bumi secara langsung, tidak langsung, atau keduanya adalah cahaya alami. Cahaya alami meliputi: cahaya matahari (secara langsung dari matahari), cahaya langit (baik *clear*, *cloudy* atau *partly cloudy*), cahaya matahari dan atau cahaya langit yang terpantul dari permukaan lain (tanah, bangunan sekitar).

Penerangan cahaya alami siang hari dimanfaatkan antara jam 08.00 pagi sampai dengan jam 18.00. Pada waktu tersebut, cahaya yang masuk ke dalam ruangan melalui bukaan atau celah dapat berasal dari cahaya langit dan cahaya matahari langsung. Jumlah cahaya matahari yang masuk kedalam ruangan selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu, tergantung dari waktu pagi, siang, sore dan juga keadaan cuaca saat itu sehingga tingkat penerangan pada bidang kerja dalam ruangan pun akan selalu berubah. Oleh karena itu sangat perlu memahami cahaya alami pada dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kondisi langit cerah dan langit mendung dengan adanya sinar matahari. Perlu diketahui bahwa, kesulitan utama pada kondisi langit cerah adalah dimana sinar matahari langsung yang tidak selalu terang tetapi selalu berpindah arah.

Metode Pengukuran Pencahayaan Alami

Salah satu cara untuk mengukur kuantitas cahaya alami dalam bangunan adalah *Daylight Factor* (DF). *Daylight Factor* (DF) adalah rasio antara iluminan di dalam ruang dengan iluminasi di luar ruang pada sebuah kondisi langit *overcast* (Lencher, 2009). Iluminan adalah banyaknya arus cahaya yang datang pada satu bidang (E = Iluminasi, diukur dengan lux, lumen/m^2). *Daylight Factor* merupakan sebuah indikasi dari keefektifan sebuah desain dalam memasukan cahaya alami ke dalam ruang. Cahaya alami dapat mencapai sebuah titik dari bidang kerja melalui tiga cara, yang kemudian menjadi tiga komponen dari *Daylight Factor* (Szokolay, 2004).

Menurut Frick (2008), ketiga komponen dari *Daylight Factor* (DF) tersebut adalah:

- 1) Cahaya langsung dari matahari pada bidang kerja (*Sky Component*), yakni komponen penerangan langsung dari langit.
- 2) Cahaya Pantulan dari permukaan benda sekitar (*Externally Reflected Component*), yakni komponen penerangan yang berasal dari refleksi benda-benda sekitar bangunan yang bersangkutan.
- 3) Cahaya pantulan dari permukaan di dalam ruangan (*Internally Reflected Component*), yakni komponen penerangan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan di dalam ruangan dari cahaya yang masuk kedalam ruangan akibat refleksi benda-benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit.

Daylight Factor (DF), kemudian dirumuskan menjadi:

$$DF = SC + ERC + IRC$$

dimana: DF = *Daylight Factor*
 SC = *Sky Component*
 ERC = *Externally Reflected Component*
 IRC = *Internally Reflected Component*

Konsep DF hanya berlaku untuk kondisi bola langit yang terkena cahaya secara merata dan tidak ada sinar langsung dari matahari. Iluminan pada kondisi langit mendung (*Overcast Sky*) bervariasi, sedangkan perbandingan antara iluminan pada sebuah titik dalam bangunan tetap konstan. Perbandingan ini diekspresikan dalam sebuah prosentase sebagai berikut:

$$DF = \frac{E_i}{E_o} \times 100\%$$

dimana: DF = *Daylight Factor*
 E_i = Iluminasi pada satu titik di dalam ruangan (lm/m^2 , lux)
 E_o = Iluminasi di ruang luar oleh cahaya langit yang tidak terhalang (lm/m^2 , lux)

Faktor yang mempengaruhi kuantitas pencahayaan alami dibagi dalam tiga jenis kondisi langit yaitu:

- a) Langit mendung (*Overcast Sky*)
- b) Langit Cerah (*Clear Sky*)
- c) Langit Berawan (*Intermediate Sky*)

Standar Pencahayaan Alami

Berdasarkan data dari SNI 03-2396-2001, pencahayaan alami siang hari dapat dikatakan baik apabila:

- a) Pada siang hari antara jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 waktu seternpat terdapat cukup banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan.
- b) Distribusi cahaya di dalam ruangan cukup merata dan atau tidak menimbulkan kontras yang mengganggu.

Untuk menjamin tercapainya suatu keadaan pencahayaan yang cukup memuaskan maka *Daylight Factor* (DF) harus memenuhi suatu nilai minimum tertentu yang ditetapkan menurut fungsi dan ukuran ruangnya. Dalam perhitungan digunakan dua jenis titik ukur (SNI 03-2396-2001):

- a) Titik ukur utama (TUU), diambil pada tengah-tengah antar kedua dinding samping, yang berada pada jarak $\frac{1}{3} d$ dari bidang lubang cahaya efektif.
- b) Titik ukur samping (TUS), diambil pada jarak 0,50 meter dari dinding samping yang juga berada pada jarak $\frac{1}{3} d$ dari bidang lubang cahaya efektif.

Kedua titik ukur tersebut diambil pada suatu bidang datar yang letaknya pada tinggi 0,75 meter di atas lantai. Bidang datar tersebut adalah bidang kerja.

Tabel.1 Klasifikasi Kualitas Pencahayaan

Klasifikasi Pencahayaan	Aktivitas	f _{min} TUU
A	Kerja halus sekali, pekerjaan secara cermat terus menerus, seperti menggambar detil, menggravir, menjahit kain warna gelap, dan sebagainya.	0,45.d
B	Kerja halus, pekerjaan cermat tidak secara intensif terus menerus, seperti menulis, membaca, membuat alat atau merakit komponen-komponen kecil dan sebagainya.	0,35.d
C	Kerja sedang, pekerjaan tanpa konsentrasi yang besar dari si pelaku, seperti pekerjaan kayu, merakit suku cadang yang agak besar dan sebagainya.	0,25.d
D	Kerja kasar, pekerjaan dimana hanya detil-detil yang besar harus dikenal, seperti pada gudang, lorong lalu lintas orang dan sebagainya.	0,15.d

Sumber: SNI 03-2396 -2001

Aktivitas yang dilakukan pada Bangunan *Eco-House* adalah membaca dan menulis. Berdasarkan tabel 1 di atas, pekerjaan membaca dan menulis termasuk klasifikasi pencahayaan B. Faktor langit minimal untuk aktivitas dengan klasifikasi B adalah 0,35.d.

Pengaruh Obstruksi terhadap Pencahayaan dalam Bangunan

Pancaran langit yang akan memasuki bangunan biasanya terhalangi oleh penghalang dari bagian bangunan itu sendiri dan lingkungan sekitarnya. Bangunan dapat menjadi obstruksi bagi dirinya sendiri. Bagian dari obstruksi yang berupa bagian dari bangunan itu sendiri dapat berupa bidang sejajar maupun bidang tegak lurus pada bidang cahaya efektif seperti:

- 1) Tebal dinding atau bagian bangunan yang menonjol.
- 2) Unsur-unsur dari jendela yang terbuat dari bahan yang tidak tembus cahaya.
- 3) Teritisan, overstek/kanopi atau *overhang* yang panjang dapat juga menjadi penghalang bagi cahaya yang masuk ke bangunan.
- 4) Sedangkan obstruksi yang bersumber dari lingkungan sekitarnya seperti: bangunan lain, tanaman dan pepohonan yang tinggi yang berada di sekitarnya dapat merupakan penghalang cahaya.

Deskripsi Obyek

Bangunan *Eco House* dibangun di atas lahan seluas 2.000m², merupakan salah satu bangunan yang menjadi contoh dari aplikasi bangunan tropis lembab yang hemat energi dan ramah lingkungan. *Eco House* adalah bangunan tunggal yang berada diantara bangunan-bangunan lain yang berkepadatan sedang, tepatnya berada di lingkungan kampus Arsitektur Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Lingkungan di sekitar *Eco House* sebagian

besar merupakan tanah lapang yang ditutupi rerumputan dan pepohonan. Bangunan disekitarnya yang cukup dekat dengan bangunan *Eco House*, berada disebelah Selatan dan Barat.

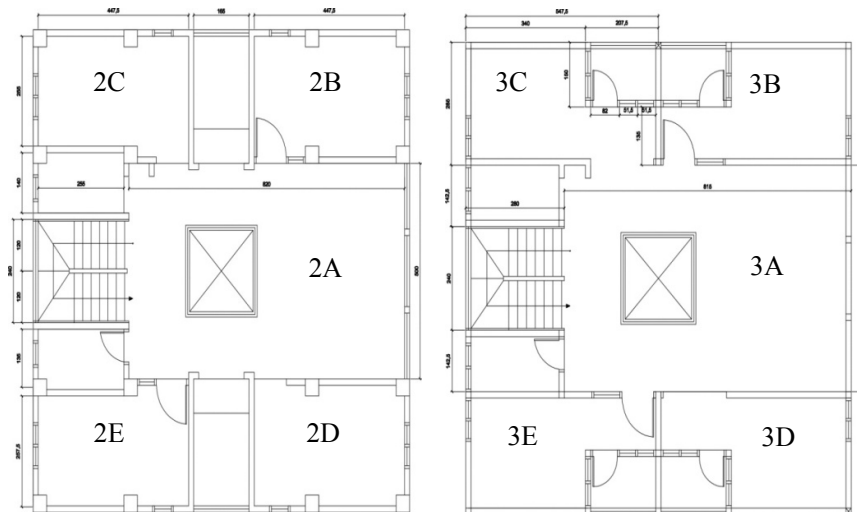
Bangunan *Eco-House* ini merupakan bangunan tiga lantai berukuran 10,80 x 10,80 m dengan tinggi dari lantai satu ke lantai dua 3,10 m dan tinggi ruang dari lantai hingga langit-langit pada lantai dua dan tiga adalah 3 m. Pada lantai satu dibuat terbuka, memberikan kesan panggung dan diletakkannya pompa air serta sumur. Lantai dua dan tiga digunakan untuk ruang kerja yang berjumlah delapan buah. Di lantai dua dan tiga masing-masing terdapat empat buah ruang kerja. Selain ruang kerja, pada lantai dua dan tiga juga terdapat ruang bersama, dapur, km/wc, serta balkon. Tangga terletak di sisi timur bangunan dan bagian tengahnya berupa *void* yang menerus ke lantai atas.



Gambar 1. Lokasi Bangunan *Eco-House*



Gambar 2. Tampak Bangunan *Eco-House*



Gambar 3. Denah Bangunan *Eco-House*

Ruang-ruang kerja yang terdapat di *Eco House* memiliki luasan yang tidak terlalu besar. Ruang kerja di lantai dua berbentuk persegi dengan luasan 4,5 x 2,7 m, sedangkan ruang kerja di lantai tiga berbentuk L dengan luasan 5,4 x 2,7 m. Untuk ruang kerja pada lantai tiga masing-masing memiliki balkon. Masing-masing ruang kerja memiliki dua buah jendela yang terletak di setiap sisi dari dinding ruangan-ruangan tersebut. Jendela-jendela di *Eco House*, semuanya menggunakan kaca. Di setiap jendela terdapat tritisan yang berfungsi untuk melindungi jendela dari terpaan air hujan dan radiasi panasnya sinar matahari.

Struktur yang digunakan pada bangunan *Eco-House* adalah struktur beton. Untuk dua buah ruang kerja pada lantai dua menggunakan dinding berbahan batu bata yang diekspos tanpa di plester, sedangkan dua buah ruangan kerja lainnya berdinding batu bata yang di plester dan di cat dengan warna putih. Pada lantai tiga, dua buah ruang kerja menggunakan dinding kayu

tripleks di ekspos tanpa di cat dan dua buah ruangan kerja lainnya berdinding kayu tripleks dan diberi cat warna putih.



Gambar 4. Ruang Kerja di Lantai 2

Semua lantai pada ruang-ruang kerja menggunakan bahan dari semen dan berwarna gelap. Untuk langit-langit di ruang kerja lantai dua berbahan semen dengan warna gelap (tanpa di beri cat). Dan langit-langit di ruang kerja lantai tiga berbahan kayu yang diberi cat warna putih.



Gambar 5. Ruang Kerja di Lantai 3

METODE PENELITIAN

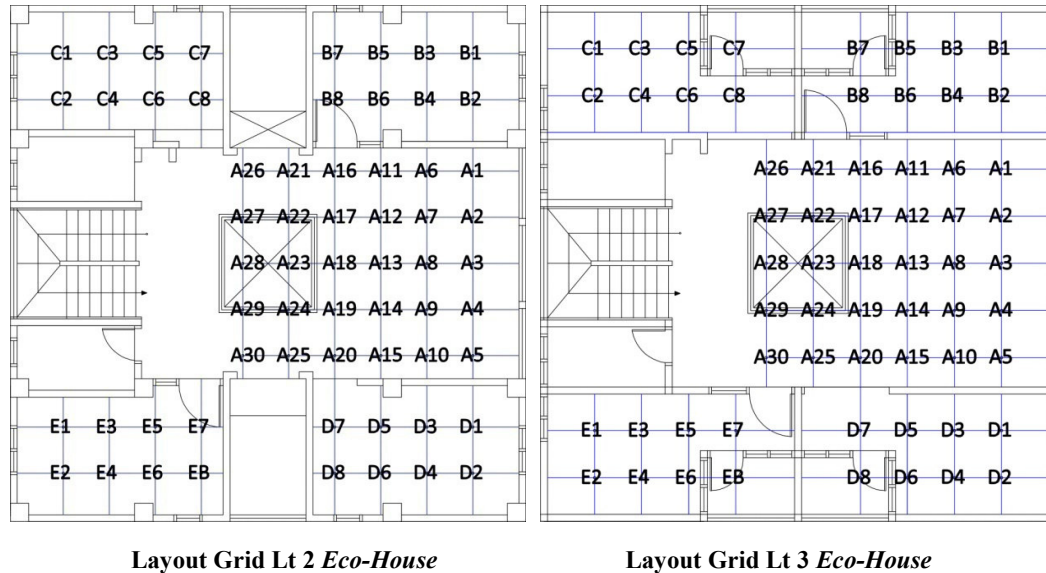
Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metoda studi lapangan, yaitu melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur. Tujuan melakukan pengukuran adalah untuk mengetahui kondisi pencahayaan alami pada ruang-ruang kerja di bangunan *Eco-House* dan hasilnya disesuaikan dengan standar kenyamanan visual untuk ruang kerja.

Pengukuran dilakukan dengan mengukur iluminasi ruang dalam dan iluminasi ruang luar secara bersamaan pada titik-titik ukur dalam ruangan. Pengukuran dalam bangunan *Eco-House* di atur pada kisaran jarak 1 hingga 1,5 meter. Indikator yang diamati adalah *Illuminance* (E) dan *Daylight Factor* (DF). Pengukuran dilakukan di lantai dua dan tiga, dimana lantai dua dan tiga digunakan untuk ruang kerja yang berjumlah delapan buah dan ruang terbuka bersama (*hall*) berjumlah dua buah.

Sebelum melakukan pengukuran, kita menentukan titik pengukuran di daerah ukur, dilakukan dengan membagi daerah pengukuran menjadi beberapa titik sesuai dengan lebar masing-masing daerah pengukuran (denah ruangan). Titik ukur diambil pada suatu bidang datar yang letaknya pada ketinggian 0,75 meter di atas lantai (bidang kerja). Dalam pengukuran, lebar ruang dibagi atas beberapa titik. Banyaknya titik pengukuran tergantung pada lebar bidang pengukuran.

Untuk mengukur kita menggunakan alat lux meter. Luxmeter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada suatu area atau daerah tertentu. Alat ini

didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. Berbagai jenis cahaya yang masuk pada luxmeter baik itu cahaya alami ataupun buatan akan mendapatkan respon yang berbeda dari sensor.



Gambar 6. Titik Pengukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Saat Pengukuran

1. Pengukuran hari pertama dilakukan pada lantai dua: kondisi ruang luar langit mendung, kondisi dalam ruangan terang, pada ruang 2A, 2D, 2E tidak dilakukan pengukuran.
2. Pengukuran hari kedua dilakukan pada lantai tiga: kondisi ruang luar langit cerah, kondisi dalam ruangan terang, pada ruang 3A tidak dilakukan pengukuran.

Hasil Pengukuran Lapangan

Nilai Iluminan

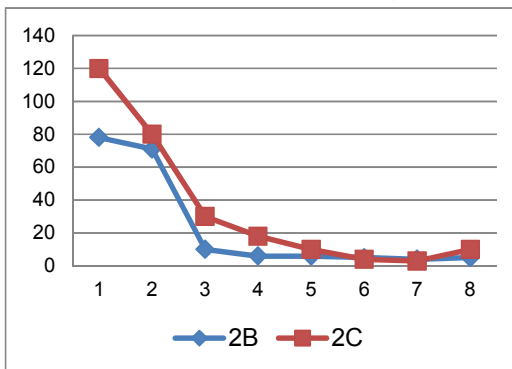
Nilai Iluminasi ruang dalam pada pengukuran lapangan diperoleh besaran nilai (lux) sebagai berikut:

- a. Ruang Kerja 2B: perolehan nilai iluminasi tertinggi pada titik ukur B1 dengan nilai 78 lux dan nilai terendah pada titik ukur B7 dengan nilai iluminan 4 lux.
- b. Ruang Kerja 2C: nilai iluminasi tertinggi pada titik ukur C1 dengan nilai 120 lux dan nilai terendah pada titik ukur C7 dengan nilai iluminan 3 lux.

Tabel 2 Nilai Iluminan Ruang 2B dan 2C

Grid	Ruang 2B		Ruang 2C	
	Indoor Daylight	Outdoor Daylight	Indoor Daylight	Outdoor Daylight
1	78	18100	120	18700
2	71	18100	80	18200
3	10	18000	30	18200
4	6	18100	18	18100
5	6	18100	10	18000
6	5	18100	4	17800
7	4	18100	3	17800
8	5	18000	10	17900

Grafik 1 Nilai Iluminan Ruang 2B dan 2C



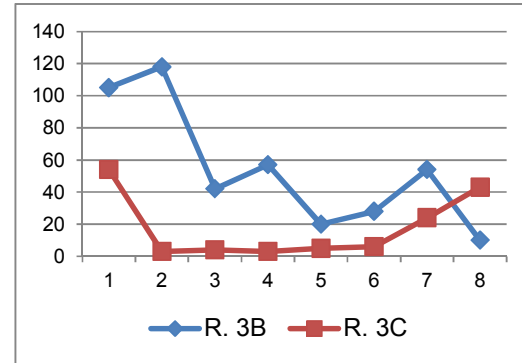
- c. Ruang Kerja 3B: perolehan nilai iluminasi tertinggi pada titik ukur B2 dengan nilai 118 lux dan nilai terendah pada titik ukur B8 dengan nilai iluminan 10 lux.

- d. Ruang Kerja 3C: perolehan nilai iluminasi tertinggi pada titik ukur C1 dengan nilai 54 lux dan nilai terendah pada titik ukur C2 dan C4 dengan nilai iluminan 3 lux.

Tabel 3 Nilai Iluminan Ruang 3B - 3C

Grid	Ruang 3B		Ruang 3C	
	Indoor Daylight	Outdoor Daylight	Indoor Daylight	Outdoor Daylight
1	105	52000	54	51700
2	118	51300	3	51800
3	42	51200	4	50800
4	57	51900	3	50400
5	20	51800	5	51000
6	28	52200	6	51700
7	54	52500	24	51300
8	10	52000	43	51100

Grafik 2 Nilai Iluminan Ruang 3B - 3C

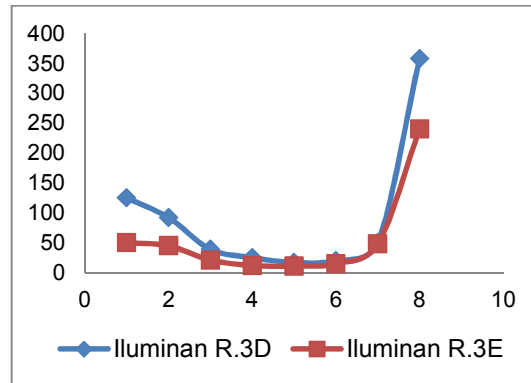


- e. Ruang Kerja 3D: nilai iluminasi tertinggi pada titik ukur D8 dengan nilai 358 lux dan nilai terendah pada titik ukur D5 dengan nilai iluminan 17 lux.
- f. Ruang Kerja 3E: nilai iluminasi tertinggi pada titik ukur E8 dengan nilai 240 lux dan nilai terendah pada titik ukur E5 dengan nilai iluminan 11 lux.

Tabel 4 Nilai Iluminan Ruang 3D & 3E

Grid	Ruang 3D		Ruang 3E	
	Indoor Daylight	Outdoor Daylight	Indoor Daylight	Outdoor Daylight
1	125	51000	50	45800
2	92	51700	45	46500
3	39	51200	21	46200
4	25	50900	12	45400
5	17	50300	11	45400
6	20	49400	15	45300
7	50	48500	48	45700
8	358	47500	240	44300

Grafik 3 Nilai Iluminan Ruang 3D, 3E



Nilai Daylight Factor

Tingkat pencahayaan alami dalam ruangan dapat diukur dengan faktor langit (*Daylight Factor*). *Daylight Factor* dapat dihitung dari perbandingan tingkat iluminan dalam ruangan dibagi iluminan luar ruangan dan dikalikan 100%. Pada studi kasus di bangunan *Eco House*, nilai *Daylight Factor* di ambil tiap ruangan secara merata dengan jarak tertentu dengan menggunakan alat Lux Meter pada ketinggian 0,75 m dari atas lantai (bidang kerja). Berdasarkan hasil pengukuran lapangan didapat nilai *Daylight Factor* sebagai berikut:

Ruang Kerja 2B:

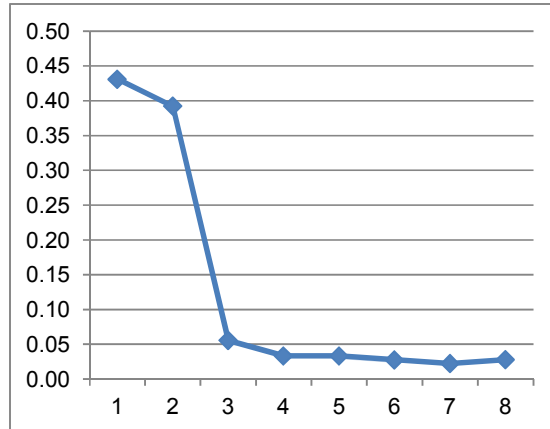
Nilai DF pada ruang 2B dari masing-masing titik ukur cenderung menurun dari titik ukur 1 sampai titik ukur 8. Rata-rata nilai DF untuk ruangan 2B adalah: 0,13 lux. Nilai DF tertinggi pada titik B1: 0,43 lux dan terendah pada titik B7: 0,02 lux. Pada titik B1 memiliki nilai DF tertinggi karena berada dekat jendela disisi Barat. Kondisi langit yang tidak tetap yaitu cenderung mendung dan berawan, mempengaruhi nilai-nilai DF pada ruangan 2B. Pengaruh lain yang menyebabkan nilai DF menurun karena adanya obstruksi pada bangunan *Eco House* yaitu berupa pohon pada sisi Barat, sehingga menghalangi cahaya yang masuk.

Ruang Kerja 2C:

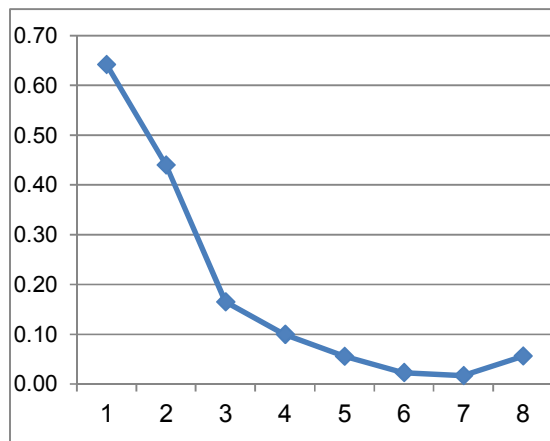
Rata-rata nilai DF untuk ruangan 2C adalah: 0,19 lux. Nilai DF tertinggi pada titik C1: 0,64 lux. Pada titik ini nilai DF tertinggi dipengaruhi oleh hadap jendela yang lebih dekat dengan posisi matahari. Nilai DF terendah pada titik C7 dengan nilai: 0,02 lux. Ruang Kerja 2C, nilai DF cenderung tidak merata dan menurun disebabkan kondisi ruangan yaitu bata ekspos serta lantai dan plafon plester abu-abu sehingga mengurangi refleksi cahaya dan intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan.

Tabel 5 Nilai DF Ruang 2B

Grid	Ruang 2B			DF rata-rata 2grid/m
	Indoor	Outdoor	DF	
	Daylight	Daylight		
1	78	18100	0.43	0.41
2	71	18100	0.39	
3	10	18000	0.06	0.04
4	6	18100	0.03	
5	6	18100	0.03	0.03
6	5	18100	0.03	
7	4	18100	0.02	0.02
8	5	18000	0.03	
DF rata-rata			0.13	

Grafik 4 Nilai DF Ruang 2B**Tabel 6 Nilai DF Ruang 2C**

Grid	Ruang 2C			DF rata-rata 2grid/m
	Indoor	Outdoor	DF	
	Daylight	Daylight		
1	120	18700	0.64	0.54
2	80	18200	0.44	
3	30	18200	0.16	0.13
4	18	18100	0.10	
5	10	18000	0.06	0.04
6	4	17800	0.02	
7	3	17800	0.02	0.04
8	10	17900	0.06	
DF rata-rata			0.19	

Grafik 5 Nilai DF Ruang 2C**Ruang Kerja 3B:**

Nilai DF pada ruang 3B dari titik 1-8 cenderung naik turun. Rata-rata nilai DF untuk ruangan 3B adalah: 0,10 lux. Nilai DF tertinggi pada titik B2 dengan nilai : 0,23 lux dan terendah pada titik B8: 0,02 lux. Pada titik B2 memiliki nilai DF tertinggi karena berada dekat jendela. Nilai DF pada ruangan 3B (titik 3-6 dan titik 8) cenderung naik turun karena adanya penghalang/obstruksi, walaupun ketinggian dari bangunan berada pada lantai tiga tetapi vegetasi di sekitarnya mengganggu masuknya cahaya kedalam ruangan.

Ruang Kerja 3C:

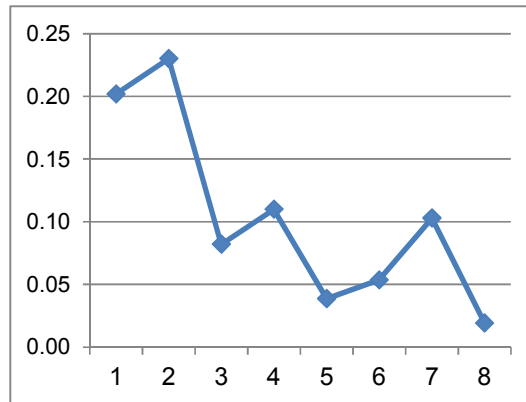
Rata-rata nilai DF untuk ruangan 3C adalah: 0,03 lux. Nilai DF tertinggi pada titik C1: 0,10 lux. Pada titik C1, berada dekat jendela serta tidak terhalangi oleh bangunan lainnya karena berada disisi Timur. Nilai DF terendah pada titik C2 dan C4 dengan nilai: 0,01 lux. Pada titik-titik yang memiliki nilai DF rendah dipengaruhi oleh obstruksi (penghalang). Reflektan interior ruangan berwarna putih tidak mampu membantu pemantulan cahaya dalam ruangan karena

penghalang berupa *overhang*/sosoran menghalangi masuknya cahaya kedalam ruangan tersebut. Sehingga pada titik-titik yang jauh dari bukaan/jendela mengalami penurunan nilai DF.

Tabel 7 Nilai DF Ruang 3B

Grid	Ruang 3B			DF rata-rata 2grid/m
	Indoor	Outdoor	DF	
1	105	52000	0.20	0.22
2	118	51300	0.23	
3	42	51200	0.08	0.10
4	57	51900	0.11	
5	20	51800	0.04	0.05
6	28	52200	0.05	
7	54	52500	0.10	0.06
8	10	52000	0.02	
DF rata-rata			0.10	

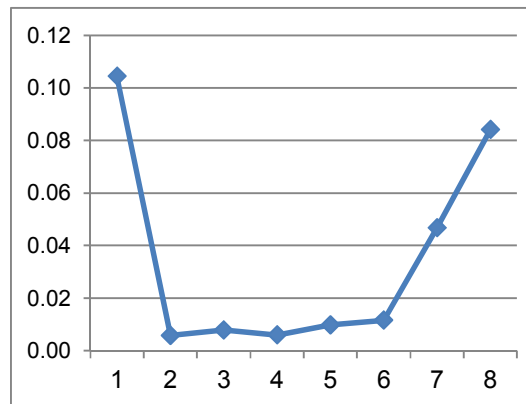
Grafik 6 Nilai DF Ruang 3B



Tabel 8 Nilai DF Ruang 3C

Grid	Ruang 3C			DF rata-rata 2grid/m
	Indoor	Outdoor	DF	
1	54	51700	0.10	0.06
2	3	51800	0.01	
3	4	50800	0.01	0.01
4	3	50400	0.01	
5	5	51000	0.01	0.01
6	6	51700	0.01	
7	24	51300	0.05	0.07
8	43	51100	0.08	
DF rata-rata			0.03	

Grafik 7 Nilai DF Ruang 3C



Ruang Kerja 3D:

Hasil pengukuran pada ruang 3D, rata-rata nilai DF 0,18. Nilai DF tertinggi pada titik D8: 0,70 lux dan Nilai DF terendah pada titik D5 yaitu 0,03 lux. Nilai DF yang tinggi pada karena posisi titik tersebut tidak terdapat penghalang dimana berada pada sisi yang terbuka (balkon). Pengaruh dari kondisi ruangan yang menggunakan material dinding (kayu tripleks tanpa dicat) yang terlihat gelap dan berdekatan dengan kuda-kuda atap yang berwarna tua menyebabkan nilai DF menjadi rendah, walaupun ruang kerja 3D berada pada lantai tiga dengan kepadatan sedang di sekitarnya tetapi cahaya yang masuk kedalam ruangan tidak dapat terefleksikan dengan baik.

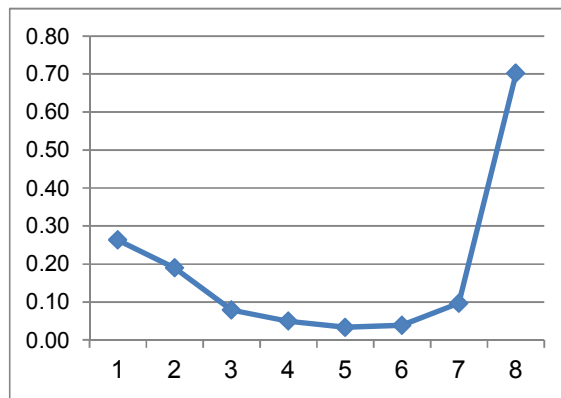
Ruang Kerja 3E:

Rata-rata nilai DF ruang 3E adalah 0,12 Nilai DF tertinggi pada titik E8: 0,52 lux dan Nilai DF terendah pada titik E5 yaitu 0,02 lux. Nilai DF yang tinggi pada titik E8 karena posisi titik tersebut tidak terdapat penghalang karena berada pada sisi yang terbuka (balkon). Nilai DF yang rendah berada pada titik E5, E4 dan E6.

Tabel 9 Nilai DF Ruang 3D

Grid	Ruang 3D			DF rata-rata 2grid/m
	Indoor	Outdoor	DF	
1	125	47500	0.26	0.23
2	92	48500	0.19	
3	39	49400	0.08	0.06
4	25	50300	0.05	
5	17	50900	0.03	0.04
6	20	51200	0.04	
7	50	51700	0.10	0.40
8	358	51000	0.70	
DF rata-rata			0.18	

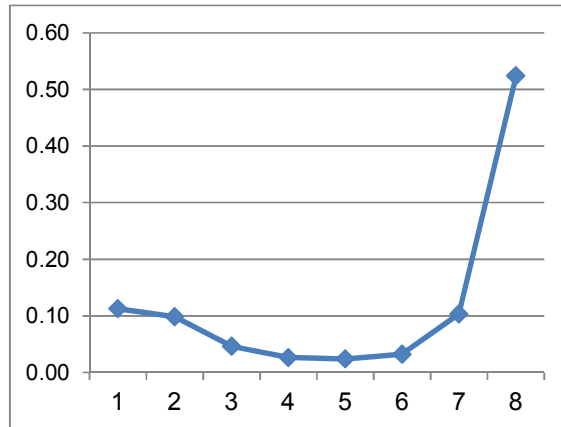
Grafik 8 Nilai DF Ruang 3D



Tabel 10 Nilai DF Ruang 3E

Grid	Ruang 3E			DF rata-rata 2grid/m
	Indoor	Outdoor	DF	
1	50	44300	0.11	0.11
2	45	45700	0.10	
3	21	45300	0.05	0.04
4	12	45400	0.03	
5	11	45400	0.02	0.03
6	15	46200	0.03	
7	48	46500	0.10	0.31
8	240	45800	0.52	
DF rata-rata			0.12	

Grafik 9 Nilai DF Ruang 3E



Kesesuaian DF dengan DF Minimal SNI

Berdasarkan standart SNI 03-2396-2001, nilai dari DF minimum dalam prosentase untuk ruangan-ruangan dalam bangunan tempat tinggal seperti pada tabel berikut:

Tabel 11 Nilai DF Bangunan Tempat Tinggal

Jenis Ruangan	f _{lmin} TUU	f _{l min} TUS
Ruang tinggal	0,35.d	0,16.d
Ruang kerja	0,35.d	0,16 d
Kamar tidur	0,18.d	0,05.d
Dapur	0,20.d	0,20.d

Sumber: SNI 03-2396-2001

Keterangan:

f_{lmin} : Faktor Langit Minimum (DF min)

TTU : Titik Ukur Utama

TUS : Titik Ukur Samping

d : Ukuran kedalaman ruangan, diukur dari mulai bidang lubang cahaya efektif hingga pada dinding seberangnya.

Ruang Kerja 2B dan 2C

Standart SNI 03-2396-2001, untuk ruang kerja pada bangunan rumah tinggal, nilai TUU adalah 0,35.d dan nilai TUS adalah 0,16.d. Dengan demikian nilai TUU menjadi: $((0.35xd)+0.1(0.35xd))$ dan nilai TUS menjadi: $((0.16xd)+0.1(0.16xd))$. Berdasarkan standart tersebut, pada tabel nilai TUU dan TUS di ruang kerja 2B dan 2C pada bangunan Eco House, tidak memenuhi nilai DF minimal sesuai standart SNI 03-2396-2001. Dengan demikian kebutuhan pencahayaan alami pada ruang kerja 2B dan 2C tidak cukup baik. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi ruangan dan adanya penghalang. Pada ruang kerja 2B adanya penghalang dari pohon dan bangunan lain sehingga ruangan tersebut menjadi gelap. Pada ruang kerja 2C, dinding, lantai dan langit-langit yang berwarna gelap (tanpa di beri cat) menyebabkan nilai DF berkurang.

Tabel 12 Nilai TUU dan TUS pada Ruang Kerja 2B, 2C

TUU/TUS	DF	d	TUS $((0.16xd)+0.1(0.16xd))$	TUU $((0.35xd)+0.1(0.35xd))$
B1:TUS 1	0,43	4,50	0,79	
B2:TUS 2	0,39	4,50	0,79	
B3:TUU 1	0,06	4,50		1,73
B4:TUU 2	0,03	4,50		1,73
B5:TUU 3	0,03	4,50		1,73
B6:TUU 4	0,03	4,50		1,73
B7:TUS 1	0,02	4,50	0,79	
B8:TUS 2	0,03	4,50	0,79	
C1:TUS 1	0,64	4,50	0,79	
C2:TUS 2	0,44	4,50	0,79	
C3:TUU 1	0,16	4,50		1,73
C4:TUU 2	0,10	4,50		1,73
C5:TUU 3	0,06	4,50		1,73
C6:TUU 4	0,02	4,50		1,73
C7:TUS 1	0,02	4,50	0,79	
C8:TUS 2	0,06	4,50	0,79	

Ruang Kerja 3B, 3C, 3D dan 3E

Berdasarkan standart SNI 03-2396-2001 pada tabel nilai TUU dan TUS untuk ruang kerja 3B, 3C, 3D dan 3E secara keseluruhan tidak ada yang memenuhi nilai DF minimal. Dengan demikian kebutuhan pencahayaan alami pada ruang kerja 3B, 3C, 3D dan 3E dianggap tidak cukup baik untuk digunakan sebagai ruang kerja. Hal ini dipengaruhi oleh penghalang cahaya seperti *overhang*/sosoran, pepohonan dan bangunan lain serta kondisi ruangan, seperti dinding dan lantai yang berwarna gelap sehingga menyebabkan nilai *daylight factor* semakin berkurang.

Tabel 13 Nilai TUU dan TUS pada Ruang Kerja 3B, 3C, 3D, 3E

TUU/TUS	DF	d	TUS $((0.16xd)+0.1(0.16xd))$	TUU $((0.35xd)+0.1(0.35xd))$
B1:TUS 1	0,20	5,40	1,82	
B2:TUS 2	0,23	5,40	1,82	
B3:TUU 1	0,08	5,40		2,07
B4:TUU 2	0,11	5,40		2,07
B6:TUU 3	0,05	5,40		2,07
B5:TUS 1	0,04	5,40	1,82	
B8:TUS 2	0,02	5,40	1,82	
C1:TUS 1	0,10	5,40	1,82	
C2:TUS 2	0,01	5,40	1,82	
C3:TUU 1	0,01	5,40		2,07
C4:TUU 2	0,01	5,40		2,07
C6:TUU 3	0,01	5,40		2,07
C5:TUS 1	0,01	5,40	1,82	
C8:TUS 2	0,08	5,40	1,82	
D1:TUS 1	0,26	5,40	1,82	
D2:TUS 2	0,19	5,40	1,82	
D3:TUU 1	0,08	5,40		2,07
D4:TUU 2	0,05	5,40		2,07
D6:TUU 3	0,04	5,40		2,07
D5:TUS 1	0,03	5,40	1,82	
D8:TUS 2	0,70	5,40	1,82	
E1:TUS 1	0,11	5,40	1,82	

E2:TUS 2	0,10	5,40	1,82	
E3:TUU 1	0,05	5,40		2,07
E4:TUU 2	0,03	5,40		2,07
E6:TUU 3	0,03	5,40		2,07
E5:TUS 1	0,02	5,40	1,82	
E8:TUS 2	0,52	5,40	1,82	

KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan dari evaluasi kinerja pencahayaan alami pada bangunan *Eco House* adalah:

1. Hasil pengukuran lapangan dari kondisi eksisting bangunan *Eco House*, memiliki nilai iluminan yang berada dibawah standar pencahayaan alami, yaitu SNI 03-2396-2001.
2. Kondisi langit yang berawan dan cenderung mendung pada pengukuran pertama di ruang kerja lantai dua, sangat mempengaruhi nilai *daylight factor* (DF) yang dihasilkan sehingga menurunkan nilai iluminan dalam ruangan tersebut.
3. Pengaruh dari kondisi ruangan yaitu penggunaan bahan, material dan warna pada lantai, dinding dan langit-langit mempengaruhi nilai *daylight factor* (DF).
4. Cahaya langit tidak dapat masuk lebih jauh lagi kedalam ruangan karena adanya obstruksi/penghalang berupa sorotan yang panjang, pepohonan dan bangunan yang ada disekitarnya sehingga mempengaruhi nilai *daylight factor* (DF) semakin berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Frick, Heinz, 2008. *Ilmu Fisika Bangunan : Seri Konstruksi Arsitektur 8*. Kanisius, Yogyakarta, Universitas Soegijapranata, Semarang.
- Lencher., Nobert. 2009. *Heating, Cooling, Lighting : Sustainable Design Methods for Architects*, John Wiley & Sons, USA.
- Moore., Fuller, 1993. *Environmental Control System: Heating, Cooling, Lighting*, McGraw-Hill, Inc., USA.
- Parmonangan.M, 2009. *Desain Pencahayaan Arsitektural*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- SNI 03-2396-2001, 2001. Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada bangunan Gedung.
- Soegijanto. 1999. *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Szokolay., Steven V., 2004. *Introduction to Architectural Science, The Basis of Sustainable Design*, Oxford, Britain.